

不確実性を考慮したスルメイカ(*Todarodes pacificus*)

資源管理手法の検討

2008年3月 自然環境学専攻 66712 櫻田玲子

指導教員；平松一彦 准教授

キーワード：資源管理, ABC 算定規則, オペレーティングモデル(OM), 不確実性

I. はじめに

日本周辺の水産資源の内、産業上重要な 7 魚種は漁獲可能量 (Total Allowable Catch; TAC) によって管理されている。TAC は資源評価結果から ABC (Allowable Biological Catch; 生物学的許容漁獲量) 算定規則を基に算出される。しかし、一般に資源評価は、使用するデータや推定値の誤差などの不確実性を伴い、現行の算定規則に従って適切な管理が可能か必ずしも明らかではない。

不確実性に対して頑健な管理方法を開発する方法として、近年コンピュータ上に対象とする生物の資源動態を表わすオペレーティングモデル (以下 OM) を作成し、それをを用いて管理手法を検討する方法が注目されている。中村(2006)は、OM を用いたシミュレーションにより、スルメイカ秋季発生系群の管理手法を検討し、旧算定規則 (旧 ABClimit) による管理では乱獲に導く可能性が高く、漁獲圧を抑えた現 ABCtarget の方が望ましいことを示した (図 1)。しかし、中村の研究は 1) ABC の算定方法が実際の方法と同一ではないこと、2) 不確実性として資源量推定誤差等ごく一部のものしか考慮していないこと、といった問題点があった。そこで、本研究では、新たにより現実に即した不確実性を考慮可能な OM を作成し、現在用いられている算定規則 (現 ABClimit, 現 ABCtarget) および旧算定規則 (旧 ABClimit) を評価する。

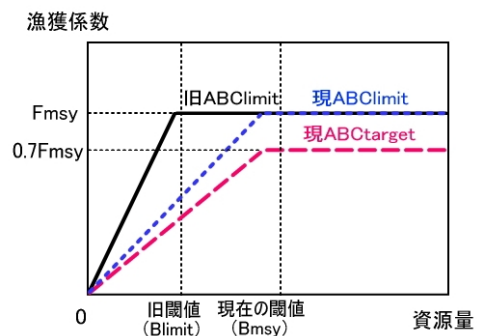


図 1. 旧 ABClimit (黒実線) と現 ABClimit (青点線), 現 ABCtarget (赤破線).

II. 材料および方法

ABC 算定に用いられる資源評価手法や算定規則等は、2005 年、2006 年のスルメイカ秋季発生系群の資源評価票を参考にし、1979~2006 年の資源量指数、1979~2005 年の漁獲量データを用いて OM を作成した。不確実性として、資源量指数の観測誤差、および、加入変動 (再生産のプロセス誤差) を基本設定として組み込んだ。

資源管理の目標として 1) 漁獲量の最大化、2) 資源量の維持、3) 管理失敗の回避の 3 種類を考え、各管理方法の管理目標の達成度を平均漁獲量、最終年の資源量、過去最低資源量を一度でも下回る確率といった指標で評価した。

まず、基本設定の OM の下で 2007 年以降 30 年間のシミュレーションを行い、新旧の算

定規則の比較，産卵親魚個体数（ S ）の推定時に， F の上限を設けた改良された資源評価法（ F 上限 S 推定法）を用いて管理を行った場合の比較をした．次に，漁獲量の年変動を制限した場合，管理の時間遅れをなくした場合の影響についても検討した．さらに，資源評価や再生産関係推定の誤り，レジームシフトの発生，観測誤差と加入変動の大きさの変化といった様々な不確実性の下での管理の頑健性についても検討した．

III. 結果

TAC 算定に用いられている現 $ABClimit$ でのシミュレーション結果を図 2 に示す．2007 年の管理開始以降で資源量は急速に減少しており，現行の管理方法では，管理目標達成度が低く乱獲になる可能性が高い．図 3 は F 上限 S 推定法で資源評価を行い，現 $ABCtarget$ で管理をした結果である．資源状態は安定し，管理目標達成度は大幅に改善され乱獲の可能性も大幅に減少した．

漁獲量の毎年の変動幅を制限すると管理目標の達成度が低くなったが，現 $ABCtarget$ の場合は変動幅が前年の ABC の 3 割程度までであれば影響が少なかった．また管理の時間遅れを無くすることにより目標の達成度が向上した．資源評価のパラメータのバイアス，再生産関係のモデルの選択のミスといった種々の不確実性に対しても現 $ABCtarget$ は概ね頑健で，管理目標の達成は比較的良好であった．しかし，レジームシフトを想定すると，現 $ABCtarget$ でも管理目標の達成度は低く，さらに管理の時間遅れを無くす必要があった．

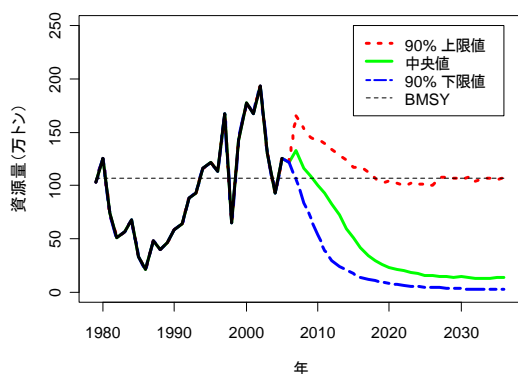


図 2. 現行の資源評価と現 $ABClimit$ による資源量の中央値と 90%上下限値.

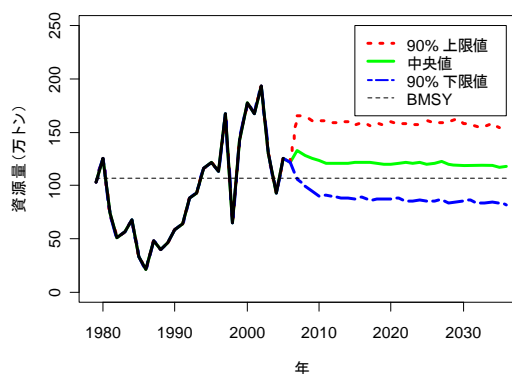


図 3. F 上限 S 推定法および現 $ABCtarget$ を用いた管理による資源量の中央値と 90%上下限.

IV. 考察

現行のスルメイカ秋季発生系群の資源評価および ABC 算定規則で資源を管理すると管理目標の達成度は低く，乱獲に陥る可能性が高いことが示された．資源の持続的な利用のためには，資源評価において産卵親魚個体数の推定に実際の漁獲量を用いるのは危険であり，本稿で示したような方法を用いる必要がある．また，不確実性に頑健な資源管理をするために，現在の F_{msy} を基本とした $ABClimit$ の管理ではなく，漁獲圧を下げた $ABCtarget$ による管理が望ましい．ただし，レジームシフトが生じる場合には，管理の時間遅れが問題となった．これらの結果から，現行の資源評価，管理手法に変えて F の上限を設定した産卵親魚個体数の推定と $ABCtarget$ による漁獲量の設定，および管理の迅速化を提言する．

Evaluation of stock management methods for

Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) under uncertainty

March 2008, Department of Natural Environmental Studies, 66712 Reiko Sakurada

Supervisor; Associate professor Kazuhiko Hiramatsu

Key words : stock management, ABC(Allowable Biological Catch) decision rule, operating model(OM), uncertainty

I. Introduction

Seven major fisheries around Japan have been managed by means of the TAC (Total Allowable Catch) system. The TAC is based on the ABC (Allowable Biological Catch) which is calculated from stock assessment results and the ABC decision rule. However, stock assessment includes uncertainties associated with the data, parameters and models. It is not clear that the current management method is robust to these uncertainties. Simulation using an Operating Model (OM) that describes stock dynamics on the computer is drawing attention as a tool to develop robust management methods for uncertainties. Nakamura (2006) studied the stock management method for Japanese common squid by the simulation using an OM. The study indicated the ABC decision rule (old ABCLimit) may cause overfishing and proposed a revised rule (Present ABCtarget) with reduced fishing mortality rate (Figure 1). However, her study has some problems; 1) the management method used there was not exactly the same as the current method, 2) only process and observation errors were considered as uncertainties. Therefore, in this study, a new OM which involves various uncertainties is constructed. The current ABCLimit and ABCtarget were evaluated using the OM.

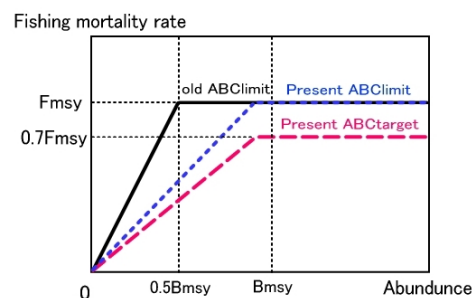


Figure1. Old ABCLimit (solid line), Present ABCLimit (dotted line) and Present ABCtarget (broken line).

II. Materials and Methods

Catch data from 1979-2005 and abundance index data from 1979-2006 were used for constructing the OM. The stock assessment and the ABC decision rule were based on the 2005 and 2006 stock assessment and management for Japanese common squid. As uncertainties, process and observation errors are considered in the basic OM. Management objectives are 1) maximizing catches, 2) conservation of stock, and 3) avoidance of collapse. Corresponding performance statistics are 1) the average annual catch / MSY, 2) the abundance at the end of the simulation / Bmsy and 3) the rate that abundance declines below the historical minimum and the rate that ABC > abundance

before harvest. First, using the basic OM, the current management method, the revised decision rule, and the assessment method using revised estimates for the spawning stock were compared. Next, the effects of restriction of annual change in catch and the time lag between assessment and management were considered. In addition, uncertainties associated with the parameters and stock-recruitment relation used in the assessment and the relative magnitudes of process and observation errors were also studied.

III. Results

The result of simulation under the current management method is shown in Figure 2. The performance is poor and there is a considerable possibility of overfishing. Figure 3 indicates the result using revised stock assessment and the ABCtarget. The performance is improved and the possibility of overfishing is reduced. Although restriction of annual change in catch causes poor performance, the effect is negligible up to 30% change under the ABCtarget. When the time lag between assessment and management is reduced, performance statistics are improved. The ABCtarget is robust to various uncertainties associated with parameters and models in the stock assessment and indicates relatively good performance. However, when regime shift occurs, performance of the ABCtarget becomes poor. Reduction of the time lag of management should be needed in this case.

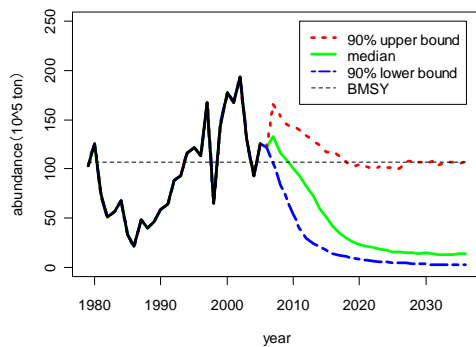


Figure 2. The median and 90% upper and lower bounds of stock under the current method.

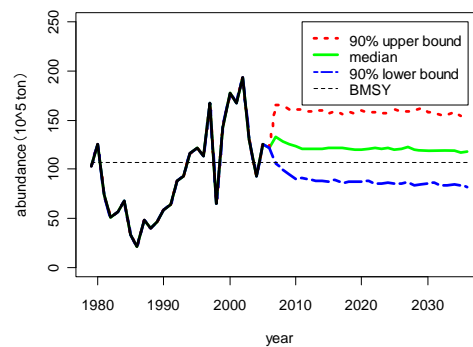


Figure 3. The median and 90% upper and lower bounds of stock under the revised method.

IV. Discussion

The simulation results indicate the current stock assessment and ABC decision rule will cause overfishing for Japanese common squid. The revised assessment method presented in this study should be used. The ABCtarget is more robust to various uncertainties considered here and indicates low possibility of overfishing. However, the time lag of management causes the problems when regime shift occurs. In conclusion, the revised assessment method presented and the ABCtarget should be used for the management of Japanese common squid, and reduction of the delay of management is desirable.